

A26 СПЕКТРОДЕНСИТОМЕТР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ОПТИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В СВЕТОТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Антонов В.В., Круглов О.В., Кузьмин В.Н., Николаев С.Е., Троицкий А.С., Усов М.М.
ООО НТП «ТКА», г. С-Петербург

Возможность оперативного, достоверного и одновременного измерения основных оптических характеристик используемых в светотехнике материалов, таких как спектральный и интегральный коэффициенты пропускания, оптическая плотность, показатель поглощения, всегда была интересна специалистам – светотехникам. Хотя все эти проблемы были давно известны и каждая отдельно решены, отечественных приборов, в которых задача решалась комплексно и оперативно, не было в силу того, что для определения интегральных величин использовались в основном не спектральные, а интегральные методы.

Так, например, по ГОСТ 9160 сигнал от светового потока, проходящего через исследуемый образец, должен регистрироваться после определенного набора измерительных светофильтров. Стандартизуется не спектральная характеристика светофильтров, а так называемые «статусы». Это по своей сути реакция фотоприемного устройства за измерительным комплектом светофильтров. Стандартом определяются статусы: А, М и визуальный В (рис. 1).

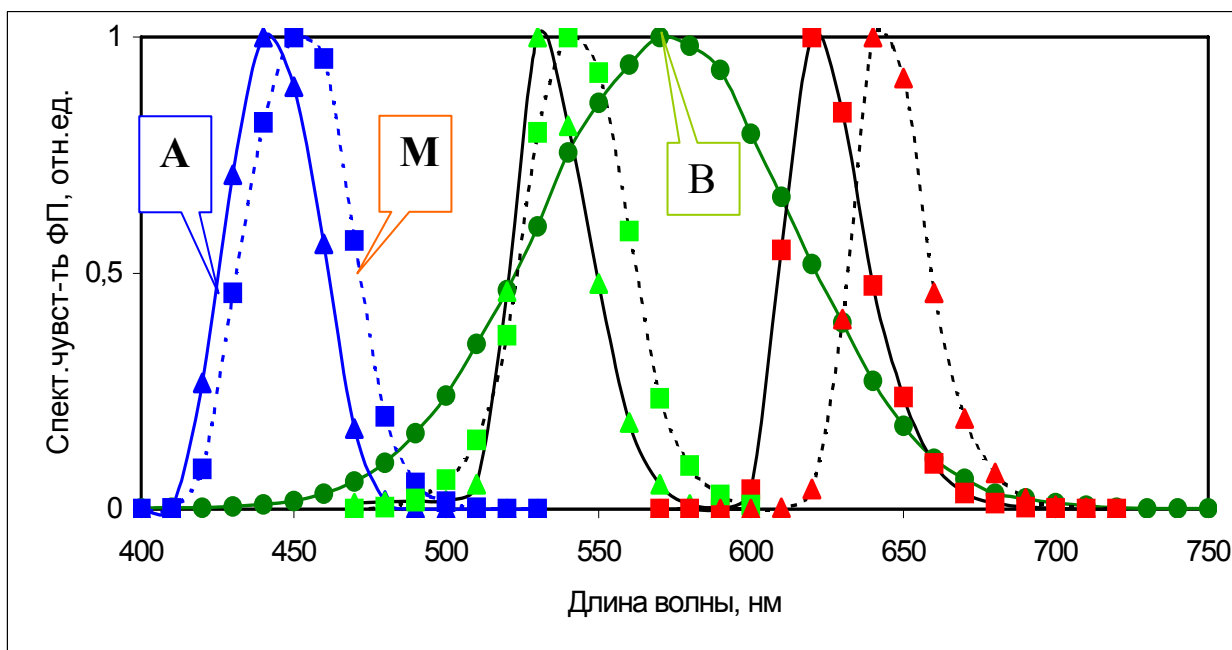


Рисунок 1. Спектральные характеристики фильтров статусов А, М и визуального В

В классическом варианте измеритель оптической плотности - денситометр оснащен вращающимся барабаном со светофильтрами. Коррекция спектральной чувствительности приемного тракта производится с помощью этих фильтров к заданному виду (статусы А и М). Это далеко не простая задача, так что погрешность коррекции вносит существенный вклад в систематическую погрешность измерения оптической плотности. К тому же наблюдается ограничение спектральных интервалов измерений, определяемых характеристиками фильтров.

Этих недостатков лишен разработанный нами новый денситометр, основанный на определении спектрального коэффициента пропускания и последующего вычисления необходимых характеристик исследуемого материала. Оптическая схема прибора показана на **рис. 2**.

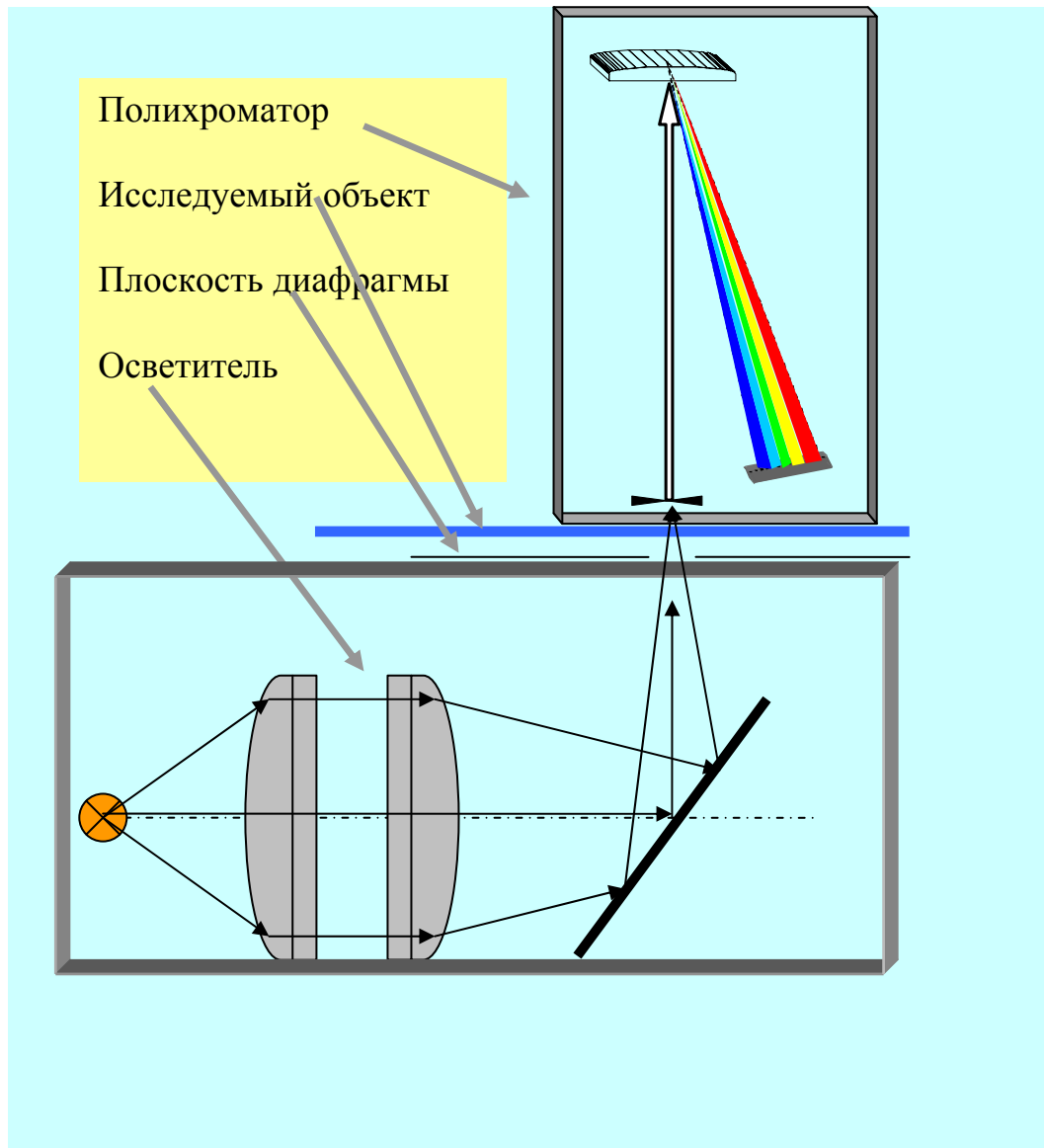


Рисунок 2. Оптическая схема спектрофотометрического денситометра

Осветительная система мало чем отличается от выше упомянутой классической системы. Из нее исключены корректирующие фильтры. Приемное устройство представляет собой полихроматор на дифракционной решетке с регистрацией разложенного фотодиодной линейкой излучения. Рабочий спектральный диапазон прибора (380 – 760) нм. Диапазон линейности сигналов достигает шести порядков. Обратная линейная дисперсия составляет 49 нм/мм.

Зональная оптическая плотность вычисляется по формуле

$$D_i = -\lg \frac{\int_{\lambda_n}^{\lambda_m} \Phi_{\lambda}(\lambda) \tau_i(\lambda) d\lambda}{\int_{\lambda_n}^{\lambda_m} \tau_i(\lambda) \Phi_{1\lambda}(\lambda) d\lambda},$$

где: $\tau_i(\lambda)$ — спектральная характеристика светофильтра, обеспечивающего коррекцию под соответствующий статус;

$\Phi_{\lambda}(\lambda)$ — спектральная плотность потока, прошедшего через образец;

$\Phi_{1\lambda}(\lambda)$ — спектральная плотность потока, падающего на образец;

λ_n, λ_m — пределы интегрирования, граница зон спектра.

Внешний вид такого прибора показан на **рис. 3**.

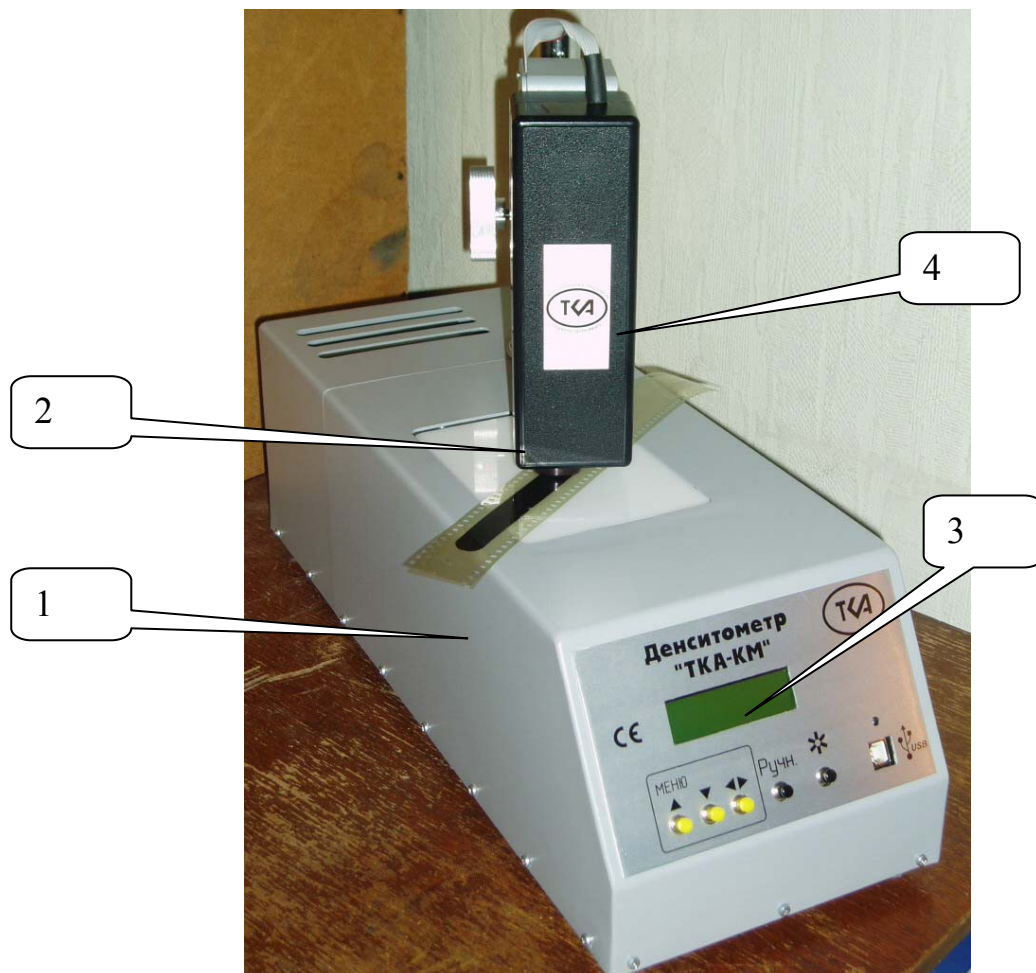


Рисунок 3. Внешний вид денситометра «ТКА – КМ»

1 - блок осветителя и управления, 2 – предметный столик, 3 – отсчетное устройство, 4 - полихроматор

Недостатком спектрофотометрического способа определения плотности материалов является техническая трудность реализации измерительного прибора. В то же время, нужно заметить, что знание спектрального состава исследуемого источника оптического излучения позволяет решить практически все колориметрические задачи, стоящие перед исследователем. Современные методы обработки информации дают возможность смоделировать с достаточной точностью любые эффективные спектральные характеристики

приемников и источников, что существенно расширяет круг решаемых прибором задач. Можно, определив спектральный коэффициент используемого в технике цветного фильтра, вычислить координаты цветности в выбранной системе координат для любого источника излучения и т.д.

Литература:

1. Джадд Д, Вышецки Г. Цвет в науке и технике. – М. Мир. 1978.
2. Колориметрия. Публикация МКО № 15.2 (1986).
3. Методы измерения и спецификация цветового воспроизведения источников света. Публикации МКО № 13.2 (1974).
4. ГОСТ 9160-91. Метод общесенситометрического испытания многослойных цветофотографических материалов.